

⑤1

Int. Cl. 2:

G 05 D 1/03

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 26 49 595 A 1

①1

Offenlegungsschrift 26 49 595

②1

Aktenzeichen: P 26 49 595.4

②2

Anmeldetag: 29. 10. 76

④3

Offenlegungstag: 8. 6. 77

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

6. 11. 75 USA 629492

⑤4

Bezeichnung: Automatisches Leitgerät für Fahrzeuge

⑦1

Anmelder: Logisticon, Inc., Sunnyvale, Calif. (V.St.A.)

⑦4

Vertreter: Reinländer, C., Dr.-Ing.; Bernhardt, H.K., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2

Erfinder: Blakeslee, Thomas R., Woodside; Francy, James R., Los Gatos; Calif. (V.St.A.)

wechselstrom durchflussna leitbarkeit

DT 26 49 595 A 1

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Automatisches Leitgerät, mit dem ein Fahrzeug mit eigener Energieversorgung längs eines von außen definierten Laufweges geleitet wird, wobei das Fahrzeug wenigstens ein am Boden anliegendes Lenkrad hat und eine drehbare Lenksäule, um das am Boden anliegende Lenkrad manuell so zu positionieren, daß der Laufweg des Fahrzeuges gerichtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß am Fahrzeug ein Sensor montiert ist, der die Position des Fahrzeuges und seinen Laufweg mit Bezug auf den extern definierten Laufweg feststellt und ein Abweichungssignal liefert, das die Abweichung des Fahrzeuges vom Kurs repräsentiert, einen manuell betätigbaren Signalgenerator zur Erzeugung eines Servolenksteuersignals, ein Richtungssteuersignalgenerator, mit dem ein Richtungssteuersignal erzeugt wird, das das Abweichungssignal repräsentiert, nachdem das Abweichungssignal vorgegebene Merkmale zeigt, und das Servolenkungssteuersignal zu allen anderen Zeiten repräsentiert, und daß ein Betätiger an die drehbare Lenksäule angepaßt ist und mit dem Richtungssteuersignal beauftragt wird, um die Steuersäule so zu drehen, daß der Laufweg des Fahrzeuges gerichtet wird, wobei der Betätiger, wenn er das Richtungssteuersignal erhält, das das Abweichungssignal repräsentiert, das Fahrzeug so leitet, daß es dem extern definierten Laufweg folgt.

.../A2

2. Gerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen manuellen Überlauf, mit dem gleichzeitig der Richtungssteuersignal-generator vom Betätiger elektrisch getrennt wird und eine mechanisch direkte manuelle Kontrolle der Position des am Boden anliegenden Lenkrades durch die Lenksäule ermöglicht wird.
3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtungssteuerschaltung eine Vorbereitungsschaltung aufweist, die das Abweichungssignal erhält, um ein Vorbereitungsausgangssignal zu erzeugen, wenn das Fahrzeug manuell zum externen Laufweg hin gesteuert wird und diesen gekreuzt hat oder innerhalb einer vorgegebenen Distanz passiert hat, und danach von dem externen Laufweg wegläuft, und eine Schalterschaltung, die mit dem Vorbereitungsausgangssignal beliefert wird, um das Richtungssteuersignal zum Betätiger nur nach Erzeugung des Vorbereitungsausgangssignals zu liefern, so daß das Fahrzeug automatisch längs des externen Laufweges nur dann geleitet wird, wenn es manuell über oder gerade bis zum externen Laufweg gelenkt worden ist und beginnt, sich von diesem zu entfernen.

2649595

PATENTANWÄLTE

DR. CLAUD REINLÄNDER DIPL.-ING. KLAUS BERNHARDT

Orthstraße 12 · D-8000 München 60 · Telefon 832024/5

Telex 5212744 · Telegramme Interpatent

3

29. 11. 1975

L 14 P1 D

LOGISTICON INC.

Sunnyvale, Cal., USA

Automatisches Leitgerät
für Fahrzeuge

Priorität: 6. November 1975 - USA - Ser. No. 629 492

Zusammenfassung

Es wird ein automatisches Leitgerät für ein Lasttransportfahrzeug mit eigener Energiequelle beschrieben, das direkt über die Lenksäule des Fahrzeuges gebolzt ist und mit einem vom Fahrzeug getragenen Sensor betrieben wird, der einem magnetischen Drahtweg folgt, wobei das

.../2

709823/0263

Leitsystem eine automatische, sensorgesteuerte Betriebsart, eine manuell betätigte Servolenkungs-Betriebsart und eine manuelle Übersteuer-(override)-Betriebsart hat, bei der das Leitgerät effektiv abgeschaltet wird und die Lenkung durch eine direkte mechanische Verbindung mit der Fahrzeuglenksäule durchgeführt wird.

Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft Leitgeräte für Fahrzeuge mit eigener Energiequelle und insbesondere ein magnetisches, einem Draht folgendes Leitgerät für ein Auftragsammelfahrzeug oder dergl..

Bei der Materialhandhabung erlauben Auftragsammelfahrzeuge (order picker vehicles) mit hoher Anhebung Lagerung mit schmalen Gängen und Wiederauffindvorgänge bei palettenfreier Packungs- oder Stücklagerung. Solche Fahrzeuge tragen einen Bearbeiter auf einer Hebeplattform, der Aufträge oder Bestellungen von einer Palette oder einem Lagermodul aufnimmt. Die Hebeplattform enthält die Fahrzeugsteuerung, so daß der Bearbeiter auf der Plattform fahren kann. Die Gangbreiten sind sehr schmal und können bis auf 1,2 m herabgesetzt werden. Wenn das Fahrzeug anders als vom Bearbeiter unten im Gang gelenkt wird, kann er ohne Gefährdung vorwärtsfahren, während die Plattform, auf der er steht, angehoben wird. In Gängen ohne Führung muß der Fahrer zunächst zur richtigen Stelle fahren und dann den Lift aktivieren. Dieses Merkmal der Vorwärtsbewegung während des Hebevorgangs, in der einschlägigen Technik als "overlap" bezeichnet, verbessert die Produktivität des Bearbeiters beträchtlich. Die Sicherheitsvorschriften

.../3

in vielen Staaten erlauben einen solchen Overlap nicht, sofern die Fahrzeuge nicht im Gang auf andere Weise als durch den Bearbeiter gelenkt werden. Eine Fahrzeugleitung ergibt dann nicht nur eine größere Lagerkapazität durch Minimierung der Gangbreiten, sondern erhöht auch die Arbeitsproduktivität durch Beschleunigung der Aufnahmezeiten.

Es gibt grundsätzlich zwei Arten bekannter Leitsysteme für solche Fahrzeuge. In der ersten Art wird das Fahrzeug mechanisch geleitet. Am Fahrzeug befestigte Rollen kommen am Gangeingang mit Stahlschienen in Berührung, die auf beiden Seiten des Ganges auf den Boden gebolzt sind. Der Bearbeiter steuert die Geschwindigkeit, hält an und fährt an, und das Fahrzeug wird mechanisch im Gang zentriert. Mechanische Leitsysteme bieten Wirtschaftlichkeit und einen gewissen Grad von Flexibilität gegenüber elektronischen Leitsystemen, die im Folgenden besprochen werden, mechanische Leitsysteme haben jedoch mehrere wichtige Nachteile.

Beim mechanischen Leitsystem wird das Fahrzeug zwangsweise von den Schienen in die Position zurückgestoßen, so daß die Räder seitwärts gleiten. Die in diesem Vorgang enthaltenen massiven Kräfte nutzen die Räder ab und verursachen dauernde Schienenwartungsprobleme aufgrund von abgeschnappten Verankerungsbolzen. Da zusätzlich der Fahrzeugeintritt in einen Gang mit Stahlschienenführung mit brutaler Kraft erfolgt, ergibt der konstante körperliche Kontakt gebrochene Gangendgeräte, gebrochene Fahrzeugführungsrollen und beschädigte Schienen und Gestelle. Ein weiteres gemeinsames Problem besteht darin, daß, wenn der Bearbeiter den Eintritt des Fahrzeuges in Gänge mit Stahlschienenführung fehlbeurteilt, die Last auf dem Fahrzeug gestört werden kann, so daß das Fahrzeug oder der Bearbeiter, ebenso wie

.../4

das Handelsgut, beschädigt werden können. Ein weiteres Problem bei mechanischen Leitsystemen besteht darin, daß die mechanischen Gangendgeräte relativ massig sind und kostbaren Lagerraum einnehmen. Weiterhin neigt Schmutz dazu, sich unter den Gestellen hinter den Stahlschienen anzusammeln, und dieser wird nicht entfernt, oder muß mühsam von Hand gesäubert werden, so daß die Betriebskosten der Lagereinrichtung erhöht werden.

Viele dieser Nachteile von mechanischen Leitsystemen werden durch elektronische Leitsysteme beseitigt, bei denen ein Draht in den Lagerboden eingebettet ist und spezielle Fühl-Positionier-Einheiten in das Fahrzeug so eingebaut sind, daß sie dem eingebetteten Draht folgen. Solche speziell gebauten Fahrzeuge können 125.000 bis 190.000 DM (50.000 bis 75.000 \$) kosten, sind also erheblich teurer als Fahrzeuge mit mechanischer Leitung. Viele solcher elektronischen Systeme sind vollständig automatisch, d.h., das Fahrzeug wird während der gesamten Zeit automatisch gesteuert. Wegen dieses enormen Kostenaufwandes werden derzeit fast ausschließlich derartige Fahrzeuge mit mechanischer Leitung verwendet. Ein Vorteil der elektronischen Leitung besteht darin, daß sie die Fahrzeugruhezeiten und den Wartungsaufwand durch mechanische Schäden an der Einrichtung minimiert. Das beruht darauf, daß beim elektronischen Leitsystem das Fahrzeug tatsächlich unten im Gang gesteuert wird, statt daß es mechanisch in die Position gezwungen wird.

Bisher war es nicht möglich, vorhandene Fahrzeuge dieser Art für elektronische Leitung zu modifizieren, weil eine solche Modifizierung entweder erhebliche Änderungen am

.../5

Grundrahmen des Fahrzeugs erfordert, um Raum für die Servolenkeinheit zu schaffen, oder das Fahrzeug muß von vornherein speziell um die Leiteinrichtung herum konstruiert werden. Beide Modifikationen sind sehr aufwendig und können sehr leicht die Bauartgenehmigung des Fahrzeugs ungültig machen.

Zusammenfassung der Erfindung

Diese und andere Nachteile bekannter Leitsysteme für Auftragsammelfahrzeuge werden erfindungsgemäß durch ein automatisches Leitgerät für ein Lasttransportfahrzeug mit eigener Energiequelle beseitigt, das ein auf dem Boden aufliegendes Steuerrad und eine Einrichtung, beispielsweise eine drehbare Lenksäule aufweist, mit der das auf dem Grund aufliegende Steuerrad manuell so positioniert wird, daß es die Fahrtrichtung des Fahrzeuges steuert. Das Leitsystem nach der Erfindung besteht aus fixierten, die Laufrichtung definierenden Einrichtungen außerhalb des Fahrzeuges, beispielsweise einem eingebetteten Signaldraht, einem motorischen Antrieb, der über einen Teil der Lenksäule eingepaßt ist, um die Lenksäule aufgrund eines Lenksteuersignals zu drehen, und einer Sensoreinrichtung, mit der die den Fahrtweg definierenden Einrichtungen abgefühlt werden und ein Abweichungssignal erzeugt wird, das die Abweichung des Fahrzeuges von der den Fahrtweg definierenden Einrichtung repräsentiert. Eine Richtungssteuerschaltung, die auf das Abweichungssignal anspricht, erzeugt das Lenksteuersignal für den motorischen Antrieb, so daß dieser veranlaßt wird, die Lenksäule in eine Richtung zu drehen, die dafür sorgt, daß das Fahrzeug der den Laufweg definierenden Einrichtung folgt.

.../6

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Leitsteuerung auch manuell betätigbare Einrichtungen auf, mit denen ein Kraftbetätigungssteuersignal erzeugt wird. Das Lenksteuer-signal von der Richtungssteuerschaltung repräsentiert das Abweichungssignal, sobald das Abweichungssignal eine vorgegebene Größe übersteigt, und repräsentiert zu allen anderen Zeitpunkten das Kraft-(Servo-)Lenksteuersignal.

Erfindungsgemäß wird also das Leitsystem auf ein vorhandenes, übliches Fahrzeug der hier interessierenden Art montiert, indem einfach das Lenkrad von der Lenksäule des Fahrzeuges abmontiert wird, das Leitsystem über das Ende der Lenksäule montiert und an das Fahrzeug angebolzt wird. Die Sensoren werden dann an den Boden des Fahrzeuges an einer Stelle montiert, wo sie normalerweise den eingebetteten Draht von beiden Seiten übergreifen. Ein weiterer Sensor ist ferner am am Boden anliegenden Leit- oder Steuerrad befestigt, derart, daß dessen relative Winkelposition gegenüber dem Fahrzeug der elektronischen Leitschaltung ebenfalls bekannt ist. Im "manuellen" Betrieb ist der Bearbeiter in der Lage, das Fahrzeug über eine Servolenkung dadurch zu lenken, daß er ein Lenkrad dreht, das auf das Leitsystem montiert ist, und das ein Servosteuer-Lenksignal für die Richtungssteuerschaltung des Leitgerätes in der gleichen Weise erzeugt, in der der elektronische Sensor dazu verwendet wird, das Fahrzeug zu veranlassen, dem Draht im "Auto"-Betrieb zu folgen.

Im Betrieb richtet der Benutzer das Fahrzeug manuell an den Anfang des Gangeingangs und drückt dann das Lenkrad in die "Auto"-Position, so daß die Leitschaltung die Polarität und Neigung des Bezugssignals vom eingebetteten Draht detektiert. Sobald die Polarität und Neigung des Bezugssignals

.../7

einen vorgegebenen Wert erreichen, wodurch angezeigt wird, daß das Fahrzeug entweder den Draht überkreuzt hat und von diesem wegfährt oder sich dem Draht nähert und eine von diesem wegführende Fahrtrichtung hat, trennt die Steuerung automatisch das Servolenksignal ab und schaltet vollständig auf Sensorsteuerung um. Von diesem Zeitpunkt an wird das Fahrzeug automatisch gesteuert und folgt dem eingebetteten Draht den Gang entlang.

Bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist Vorkehrung getroffen für Situationen, in denen, beispielsweise aufgrund eines Notfalles, der Bearbeiter das ganze System übersteuern (override) will und direkte mechanische Kontrolle der Lenkung des Fahrzeugs übernehmen will. Bei dieser Ausführungsform zieht der Bearbeiter lediglich das Lenkrad heraus, so daß es mechanisch mit der Lenksäule in Kontakt kommt und die Steuerleitschaltung elektronisch ausgeschaltet wird. Der Bearbeiter kann dann direkt und mechanisch die Lenkung des Fahrzeuges ohne Verwendung des Leitgerätes steuern.

Das erfindungsgemäße Leitsystem hat viele Vorteile. Ein Vorteil besteht darin, daß die Anfangs-Investitionskosten des Benutzers niedrig sind. Schäden der Einrichtung werden reduziert, weil keine Schienen oder Rollen vorhanden sind, wie bei den mechanischen Leitsystemen. Weil es sich um ein elektronisches Leitsystem handelt und deshalb weniger Vibrationen und mechanisches Rattern auftreten, werden Waren und Bearbeiter weniger geschädigt. Wegen der höheren Genauigkeit des Systems kann der Gangraum sogar noch schmaler gemacht werden als in einigen mechanischen Systemen. Eine Lagereinrichtung, die mit dem erfindungsgemäßen Leitsystem ausgestattet ist, kann erheblich leichter sauber gehalten werden, weil keine vorstehenden Schienen vorhanden

sind, die die Säuberung des Fußbodens stören könnten. Das Leitsystem nach der Erfindung hat die volle Flexibilität von mechanischen Leitsystemen, da es zur Erweiterung des Betriebsbereichs völlig genügt, weitere Drähte einzubetten.

Beim erfindungsgemäßen System braucht das Fahrzeug sich nicht in der Nähe eines Gangeingangs zu befinden, um die automatische Leitung in Betrieb zu setzen. Wenn ein Bearbeiter ein Fahrzeug mit voller Last manövriert, so daß er nur begrenzten Blickraum hat, kann er in einer erheblichen Distanz vom Gangeingang dafür sorgen, daß das Fahrzeug den eingebetteten Draht aufnimmt. Wenn das Fahrzeug in den Gang einfährt, ist es bereits ausgerichtet und kommt nicht nahe an die Gestelle oder Behälter, die den Gang bilden. Die Bearbeiterproduktivität wird durch die Erfindung erheblich erhöht. Da das Leitgerät automatisch das Fahrzeug in den Gang leitet, braucht der Bearbeiter weniger Zeit dazu, das Fahrzeug auszurichten und zu steuern.

Ein großer Vorteil des erfindungsgemäßen Leitsystems gegenüber mechanischen Leitsystemen oder vorhandenen bekannten elektronischen Leitsystemen besteht darin, daß ein manuell gelenktes Fahrzeug schnell und leicht in eins mit elektronischer Leitung umgewandelt werden kann, ohne daß die Betriebserlaubnis des Fahrzeuges gefährdet wird. Das ist möglich, weil nur eine sehr geringe Änderung am Grundfahrzeug notwendig ist, um dieses zu adaptieren.

Es ist also Aufgabe der Erfindung, ein elektronisches Leitsystem für konventionelle Auftragsammelfahrzeuge zu schaffen.

Weiter soll durch die Erfindung ein billiges elektronisches Leitsystem für derartige Fahrzeuge geschaffen werden.

.../9

709823/0263

AA

Ferner soll durch die Erfindung ein anzubolzendes elektronisches Leitsystem für ein konventionelles Auftrags sammelfahrzeug geschaffen werden.

Außerdem soll durch die Erfindung ein elektronisches Leitsystem für Auftrags sammelfahrzeuge geschaffen werden, das eine Lenkart unter Sensorsteuerung, eine Servolenkungsbetriebsart und eine manuelle Übersteuer-Betriebsart ermöglicht.

Diese und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen in Verbindung mit der Zeichnung; es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Auftrags sammelfahrzeuges mit einem Leitsystem nach der Erfindung;
- Fig. 2 eine Seitenansicht eines Auftrags sammelfahrzeuges mit dem Leitsystem nach der Erfindung;
- Fig. 3 eine Aufsicht auf das Fahrzeug nach Fig. 2;
- Fig. 4 eine Aufsicht auf einen Leitweg mit eingebetteten Drähten nach der Erfindung;
- Fig. 5 einen senkrechten Schnitt durch einen Teil des Leitweges mit eingebettetem Draht nach Fig. 4;
- Fig. 6 eine perspektivische, teilweise aufgeschnittene Ansicht des Steuerpultes eines Leitsystems nach der Erfindung;
- Fig. 7 einen Teilschnitt durch die Lenkradeinheit des Systems nach der Erfindung;

.../10

- Fig. 8 eine perspektivische, teilweise auseinandergezogene Darstellung der mechanischen Schalteinrichtung der Lenkradeinheit nach Fig. 7;
- Fig. 9 ein Blockschaltbild der elektronischen Steuerung des Leitsystems nach der Erfindung;
- Fig. 10 graphisch Spannungsverläufe der Sensorspulenausgänge des Leitsystems nach Fig. 9;
- Fig. 11 und 12 zusammen ein detaillierteres Schaltschema des Blockschaltbildes in Fig. 9;
- Fig. 13 einen Schnitt durch die Servolenk-Riemenscheibenkomponente der Lenkradanordnung nach Fig. 7, gedreht um 90° gegenüber der in Fig. 7 dargestellten Position;
- Fig. 14 schematisch die Sensorspulenanordnung nach der Erfindung; und
- Fig. 15 einen Teilschnitt der Sensorspulenanordnung nach Fig. 14.

Wie sich aus Fig. 1, 2, 3 und 4 ergibt, ist die Grundaussführung des Auftraggannahmefahrzeuges 10, das im Leitsystem nach der Erfindung verwendet wird, konventionell aufgebaut. Es weist einen rückwärtigen Teil 12 auf, der den Motor und die Speicherbatterien aufnimmt, die das Fahrzeug antreiben. Gesehen in Fig. 2 ist das linke Rad ein am Boden anliegendes Leitrad 14, das in einer horizontalen Ebene um eine vertikale Achse verschwenkbar ist und von einem Motor innerhalb des Gehäuses 12 angetrieben wird. Zwei horizontal voneinander entfernte Teile 16 stehen vom rechten Ende des Fahrzeuges, gesehen in Fig. 2, vor, und jedes trägt zwei auf dem Boden liegende Radrollen 18. Eine Gabelstaplereinheit 20 ist an einem vertikalen Gestell 22 abgestützt, das oberhalb der

.../11

709823/0263

horizontalen Teile 16 vorsteht. Die Gabelstapleranordnung 20 weist eine Arbeiterkabine 24 und ein Steuerpult 26 auf, das in die Kabine 24 montiert ist. Der Gabelstaplermechanismus 20 wird unter Steuerung vom Arbeiter im Gestell 22 angehoben bzw. abgesenkt, und zwar mit üblichen Einrichtungen, die hier nicht näher erläutert werden. Die winkelmäßige Ausrichtung des Lenkrades 14 wird visuell oberhalb des Fahrzeuges 10 durch einen drehbaren Indikator 28 auf der Oberseite des rückwärtigen Gehäuses 12 angezeigt.

Die bisherige Beschreibung des Fahrzeuges 10 ist die eines konventionellen Fahrzeuges dieser Art. Um das Fahrzeug 10 für das Leitsystem nach der Erfindung zu modifizieren, ist auf der Unterseite des Fahrzeuges zwischen den Rädern 14 und 18 und längs der Symmetrieachse des Fahrzeuges 10 eine Sensorspulenanordnung 30 montiert. Ein zweiter Sensor 32 ist auf die Oberseite des Indikators 28 montiert, um die Winkelposition des Indikators 28 abzufühlen. Das Fahrzeug 10 übergreift bei Betrieb im automatischen Leitbetrieb einen eingebetteten Draht 34 im Boden 36. Der Draht 34 ist mit einer Leitungstreibereinheit 38 von 6,3 kHz verbunden, die hochfrequente Signale längs des Drahtes 34 schickt. Wie noch näher erläutert wird, wird das Fahrzeug 10 bei Betrieb im automatischen Leitbetrieb über den Draht 34 zentriert und die Sensorspulenanordnung 30, die den Draht übergreift, nimmt die Drahtsignale auf und führt sie zu einem elektronischen Leitsystem. Das Leitsystem dreht durch eine später näher beschriebene motorisierte Einheit das am Boden anliegende Lenkrad 14 in der Weise, daß das Fahrzeug 10 längs des Drahtes 34 gelenkt wird.

.../12

709823/0263

Das Layout des Drahtes 34 in einer typischen Anlage ist in Fig. 4 dargestellt, wo gezeigt ist, daß der Draht 34 serpentinartig durch eine Vielzahl von Lagergängen 40 führt. Das Fahrzeug 10 wird manuell in noch näher zu beschreibender Weise unter Servolenkung in die Lagereinrichtung gesteuert, bis es sich dem Draht 34 nähert, und an diesem Punkt schaltet der Bearbeiter den Leitmechanismus in Automatikbetrieb, wenn er sich dem Draht 34 nähert. Wenn das Fahrzeug entweder über den Draht 34 hinausgelaufen ist und von diesem wegfährt, oder relativ nahe an den Draht 34 herangekommen ist und in Richtung von diesem wegfährt, verrastet das Leitsystem elektronisch auf dem Draht und leitet über den Draht 34 und durch die Lagergänge 40, bis der Bearbeiter das Fahrzeug 10 anhält.

Die Steuerkonsole 26 wird anhand von Fig. 6 und 7 näher erläutert. Das Steuerpult 26 besteht aus einem Gehäuse 42 für einen Lenkmotor 44, einem Servolenkungstachometer 46 und der gedruckten elektronischen Leitschaltung 48. Ein Handrad 74 steht von der Außenfläche des Gehäuses 42 vor. Um das Drehen des Handrades 74 zu erleichtern, ist es mit einem in Längsrichtung vorstehenden Handgriff 126 ausgestattet, der an den Außenrand des Handrades 74 angebolzt ist. Die konventionellen Steuerungen für das Starten und Anhalten des Fahrzeuges und zum Anheben und Absenken der Gabelstaplereinheit sind nicht dargestellt.

Eine Lenkradeinheit 50 ist auf die Lenksäule 52 des Fahrzeuges 10 aufgepaßt. Die Welle 52 ist in einem unmodifizierten, konventionellen Fahrzeug dieser Art drehbar und dirigiert die Winkelposition des am Boden anliegenden Lenkrades 14. Die Welle 52 ist mit einem Abschnitt 54

.../13

mit vergrößertem Durchmesser versehen, gegen den die Lenkradeinheit 50 anliegt.

Die Lenkradeinheit besteht aus einem Lenk-Kettenzahnrad 56, das auf der Welle 52 in der Nähe der Schulter oder des erweiterten Teils 54 der Welle positioniert ist. Auf der Seite des Kettenzahnrades 56 gegenüber der Schulter 54 weist das Zahnrad 56 einen Teil 58 mit reduziertem Durchmesser auf, über den eine drehbare Riemenscheibe 60 gepaßt ist. Die Riemenscheibe 60 läuft völlig auf dem Teil 58 mit verringertem Durchmesser des Lenk-Kettenzahnrades 56. Eine Überholkupplungs-nabe 62 ist anschließend auf die Welle 52 aufgepaßt und angrenzend an den Teil 58 mit reduziertem Durchmesser des Kettenzahnrades 56 positioniert. Die Kupplungs-nabe 62 weist am linken Ende eine Bohrung 64 mit erweitertem Durchmesser auf, wie in Fig. 7 erkennbar, die ein zylindrisches Kupplungselement 66 aufnimmt, das auf die Welle 52 aufgepaßt ist. Der Kuppler 66 ist mit Bolzen 68, die durch die Kupplungs-nabe 62 zum Teil 58 mit reduziertem Durchmesser des Kettenzahnrades 56 hindurchtreten, angebolzt. Eine Sechskantmutter 70 ist auf das Ende der Welle 52 aufgeschraubt und liegt gegen die linksseitige Kante, gesehen in Fig. 7, des Kupplers 66 an, um die Einheit 50 auf der Welle 52 gegen die Schulter 54 zu halten. Das Kettenzahnrad 56 und der Kuppler 66 sind auf die Welle 52 aufgekeilt, um mit dieser zu rotieren. Wegen der Bolzen 68 dreht sich die Kupplungs-nabe 62 in gleicher Weise mit der Welle 52.

Die Kupplungs-nabe 62 ist zylindrisch und hat einen Teil 72 mit reduziertem Außendurchmesser, der eine Schulter 80 am linken Ende der Kupplungs-nabe 62, gesehen in Fig. 7,

.../14

bildet. Ein Handrad 74 ist über die Kupplungsnahe 62 gepaßt. Das linke Ende des Handrades 74 in Fig. 7 weist eine Axialbohrung 76 auf, die drehbar auf den Außendurchmesser der Nabenschulter 80 aufgepaßt und in Gleitkontakt mit dieser ist. Das Handrad 74 ist ferner mit einer Bohrung 78 mit kleinerem Durchmesser versehen, der nur etwas größer ist als der verringerte Außendurchmesserteil 72 der Kupplungsnahe 62. Die Bohrung 78 mit reduziertem Durchmesser des Handrades 74 bildet eine Schulter 79, die gegen die Schulter 80 anliegt. Das hindert das Handrad 74 daran, von der Kupplungsnahe 62 abzugleiten.

Die Axialbohrung des Handrades 74 hat noch einen weiteren Teil 82 mit verringertem Durchmesser, der drehbar über die Oberfläche des Teils 72 mit reduziertem Durchmesser der Kupplungsnahe 62 gepaßt ist und gleitend an diesem anliegt. Eine Schalterbetätigungsplatte 84 ist mit nicht dargestellten Bolzen am rechten Ende des Handrades 74, gesehen in Fig. 7, befestigt. Der Durchmesser der Schalterbetätigungsplatte 84 beträgt etwa zwei Drittel des Durchmessers des Handrades 74 und übersteigt die Durchmesser der Riemenscheibe 60 und des Kettenzahnrades 56.

Am Außenumfang der Riemenscheibe 60 und auf deren linker Seite, gesehen in Fig. 7, ist eine Sperrkugelstütze 86 angeordnet, die eine Innenbohrung aufweist, in der eine Kugel 88 angeordnet ist. Die Kugel 88 wird an einem Ausweichen nach oben, gesehen in Fig. 7, durch eine nachgiebige Blattfeder 90 gehindert, die ebenfalls mit einem geeigneten, nicht dargestellten Montagearm an der Riemenscheibe 60 befestigt ist. Der Kugelarm 86, die Kugel 88 und die Feder 90 stehen durch eine Öffnung 92 in der Schalterplatte 84 vor. Das Lenkrad 74 trägt ein Plattensperrglied 94 am Außenumfang

.../15

und an seinem rechten Ende, gesehen in Fig. 7. Die Sperrplatte 94 weist zwei Löcher 96 und 98 auf, die so positioniert sind, daß sie alternativ mit der Kugel 88 in Eingriff kommen, je nach der Längsposition des Handrades 74 längs der Welle 52 mit Bezug auf die Riemenscheibe 60.

Aus Fig. 13 ist erkennbar, daß die Riemenscheibe 60 zwei Metallstifte 100 im Abstand von 180° aufweist, die mit Presssitz in Bohrungen in der Riemenscheibe 60 sitzen. Die Stifte 100 stehen von der Seite der Riemenscheibe 60 vor, die zum Handrad 74 weist, und sind radial so positioniert, daß sie in Bohrungen im Handrad 74 (nicht dargestellt) aufgenommen werden können. Mittels der Stifte 100 dreht sich also die Riemenscheibe 60 immer mit dem Handrad 74, ohne Rücksicht auf die Längsposition des Handrades 74 längs der Welle 52.

Wie kurz oben erwähnt worden ist, kann in einer Betriebsart der Bearbeiter das Leitgerät überlaufen und direkte manuelle mechanische Steuerung der Lenkung des Fahrzeuges 10 übernehmen. Um das zu tun, braucht der Bearbeiter nur das Handrad 74 nach links zu ziehen, gesehen in Fig. 7, d.h., auswärts zum Bearbeiter hin, so daß die Handradschulter 79 an der Kupplungsabenschulter 80 anliegt. Um das Handrad 74 drehfest mit der Kupplungsabenschulter 62 zu verrasten, weist die Handradschulter 79 fünf ausgesparte Stifte 102 auf, die in Axialbohrungen 104 eingepaßt sind, die parallel zur Welle 52 sind. Die Stifte 102 stehen über die Handradschulter 79 in die Bohrung 76 mit erweitertem Durchmesser vor. Die Stifte 102 werden jeder nachgiebig in dieser Position mittels einem Ende einer Druckfeder 106 gehalten, die in den erweiterten Teil jeder Bohrung 108 eingesetzt sind. Das andere Ende jeder Feder 106 wird von der Schalterbetätigungsplatte 84 an Ort und Stelle gehalten. Die

.../16

709823/0263

Stifte 102 sind im radialen Abstand in Intervallen von 72° um das Innere des Handrades 74 angeordnet. Auf der Kupplungsnabenschulter 80 an der den vorstehenden Stiften 102 gegenüberliegenden Seite sind sechs radial voneinander entfernte Bohrungen 110 vorgesehen, die die vorstehenden Enden der Stifte 102 aufnehmen. Die Bohrungen 110 haben auf diese Weise Abstände von etwa 60° Intervallen.

Durch diese Anordnung von fünf Stiften 102 und sechs Bohrungen 110 wird das Handrad 74 nahezu unmittelbar in Dreh-eingriff mit der Kupplungsnabe 62 gebracht, wenn das Handrad 74 auf der Welle 52 nach außen geschoben wird, weil nur etwa 12° Drehweg stattfinden müssen, ehe das Ende eines der Stifte 102 in eine der Bohrungen 110 eintritt, um das Handrad 74 drehfest mit der Welle 52 zu verrasten.

Um das Handrad in Längsrichtung an der Kupplungsnabe zu verriegeln, weist der Rand des Handrades einen Verriegelungsstift 112 auf, der in einer Radialbohrung 114 im Handrad 74 verschiebbar ist. Die Bohrung 114 ist zur Bohrung 76 mit reduziertem Durchmesser hin offen und der Stift 112 wird aus der Bohrung 114 mit einer Druckfeder 116 herausgeschoben, die mit einer Einstellschraube 118 im Außenumfang des Handrades 74 in der Bohrung 114 an Ort und Stelle gehalten wird. Der Stift 112 wird mit einem Daumenknopf 120 daran gehindert, vollständig aus der Bohrung 114 herausgeschoben zu werden, wobei der Daumenknopf 120 mit einer Einstellschraube 122 am Stift 112 befestigt ist. Der Daumenknopf 120 steht horizontal vor, gesehen in Fig. 7, und zwar nach außen vom Handrad 74 in einer Horizontalbohrung 124. Das radial innerste Ende des Stiftes 112 schlägt normalerweise an die Schulter 80 der Kupplungsnabe 62 an. In der manuellen Überholposition schlägt das innerste Ende des Stiftes 112 jedoch gegen die Schulter 124 mit reduziertem

.../17

709823/0263

Durchmesser am äußersten Ende der Kupplungsnahe 62 an, um das Handrad 74 effektiv in Längsrichtung in der manuellen Überlaufposition auf der Kupplungsnahe 62 zu verriegeln. Um das Handrad 74 in die Betriebsart "Auto" oder "manuelle Servolenkung" zurückzuführen, ist es notwendig, daß der Bearbeiter den Daumenknopf 122 anhebt, um den Stift 112 zurück in die Bohrung 114 zu schieben, so daß er von der Schulter 124 klar geht.

Das Kettenzahnrad 56 trägt eine Zahnkette 128, die um ein entsprechendes Kettenzahnrad 130, am besten in Fig. 6 verdeckt erkennbar, auf der Motorwelle des Lenkmotors 44 herumläuft. Ein Keilriemen 132 läuft um eine entsprechende Keilnut der Riemenscheibe 60 und verbindet die Riemenscheibe 60 mit einer ähnlichen Keilriemenscheibe 134 am Ende der Welle des Tachometers 46. Wie noch näher erläutert wird, wird, wenn die Steuereinheit 26 im automatischen oder Sensorbetrieb arbeitet, das Handrad 74 in die innerste Position auf der Welle 52 geschoben, d.h., es wird nach rechts, gesehen in Fig. 7, eingeschoben. In dieser Position läßt das elektronische System eine Indikator-LED 136 auf der Oberseite des Pultes 43 aufleuchten, die die Bezeichnung "Auto" trägt, wenn angenommen wird, daß das Fahrzeug 10 über dem eingebetteten Draht 34 zentriert ist. Im "Auto"-Betrieb betätigt unter der Annahme, daß die Sensorschaltung den eingebetteten Draht 34 "aufgenommen" hat, die elektronische Leitungsschaltung allein den Lenkmotor 44 und damit die Lenksäule 52 durch die Zahnkette 128 und das Kettenzahnrad 56. Bis der Draht "aufgenommen" ist, fährt der Bearbeiter fort, das Fahrzeug servozulenken.

Wenn der Bearbeiter alleinige Kontrolle über die Lenkung des Fahrzeuges 10 gewinnen will, braucht er nur das Handrad 74 in eine Zwischenposition zu schieben, die durch die Sperre 98 in der Sperrplatte 94 repräsentiert wird. Die Sensorsteuerung der Lenkschaltung ist dann abgeschaltet und der

Ausgang des elektronischen Tachometers 46 wird direkt in die Lenksteuerschaltung eingespeist, um ein Richtungssteuersignal für den Lenkmotor 44 zu erhalten. Die Drehung des Lenkrades 74 und der Riemenscheibe 60 sorgt dafür, daß der Keilriemen 132 die Riemenscheibe 134 dreht und auf diese Weise ein elektrisches Signal erzeugt, dessen Größe eine vorgegebene Anzahl von Drehungen des Lenkmotors 44 repräsentiert. Dadurch wird der Lenkmotor 44 veranlaßt, die Lenksäule 52 über die Kettenzahnräder 130 und 56 und die Zahnkette 128 zu drehen, so daß das Fahrzeug 10 um den gewünschten Betrag in die gewünschte Richtung gedreht wird. Bei diesem Servolenkungs- oder Manuellbetrieb leuchtet auf der Oberseite des Pultes eine Indikator-LED 138 "Man" auf.

Wie oben beschrieben, zieht bei Überlaufbetrieb der Bearbeiter das Handrad 74 so weit wie möglich auf der Welle 52 aus, so daß eine direkte mechanische Verbindung mit der Lenksäule 52 hergestellt wird. Eine Indikator-LED 140 mit der Markierung "OR" wird erregt, um anzuzeigen, daß die Leitung des Fahrzeuges 10 rein mechanisch erfolgt.

In Verbindung mit Fig. 8 soll jetzt die mechanische Betätigung der Leitbetriebsartenschalter beschrieben werden. Zwei Druckknopfschalter 144 und 146 sind in Löcher in einem Schenkel 143 eines L-förmigen Armes 142 montiert, so daß ihre Druckknöpfe in den rechtwinkligen Raum vorstehen, der von den Schenkeln 143 und 145 des Arms 142 gebildet wird. Die Schalter 144 und 146 sind vertikal ausgefluchtet montiert, wobei der Schalter 146 sich unten befindet, gesehen in Fig. 8. Ein ellenbogenförmiger Betätiger 148 ist schwenkbar an das Ende eines der Schenkel mit einer Welle 150 auf der Oberseite des Armschenkels 145 montiert. Der

.../19

Betätiger 148 schwenkt in den rechtwinkligen Raum, der von den Armschenkeln gebildet wird. Der andere Schenkel des Betätigers 148 ist so positioniert, daß er von der Betätigerplatte 84 der Radeinheit 50 berührt wird.

Der obere Teil des Ellenbogens 154 des Betätigers 148 ist so positioniert, daß er mit dem Druckknopf des Schalters 144 in Berührung kommt, wenn der Betätiger 148 im Uhrzeigersinn gedreht wird, gesehen in Fig. 8. Der untere Teil des Ellenbogens 154 ist so positioniert, daß er den Druckknopf des Schalters 146 berührt, wenn der Betätiger weiter im Uhrzeigersinn gedreht wird, gesehen in Fig. 8. Der Betätiger 148 rotiert im Uhrzeigersinn, wenn die Platte 84 abwärts bewegt wird, gesehen in Fig. 8, entsprechend einer Bewegung nach rechts in Fig. 7. Wenn der Betätiger 148 im Uhrzeigersinn geschwenkt wird, schließt er zunächst den Schalter 144, und wenn sich die Platte 84 weiter in der gleichen Richtung bewegt, wird der Schalter 146 betätigt. Der Schalter 146 ist ein einpoliger Umschalter, der die Umschaltung von manuellem auf automatischen Betrieb steuert. Der Schalter 144 ist ein normalerweise offener einpoliger Ausschalter, der die Stromversorgung des Leitsystems abtrennt, wenn der manuelle Überlaufbetrieb vom Bearbeiter gewählt worden ist.

Der elektronische Teil des Leitgerätes nach der Erfindung wird anhand von Fig. 9, 10 und 14 beschrieben. Das elektromagnetische Feld, das durch den Wechselstrom gesendet wird, der durch den eingebetteten Draht 34 läuft, wird radial längs des Drahtes verteilt, wie durch die magnetischen Flußlinien 156 in Fig. 14 illustriert. Die magnetischen Spulensensoren, die vom Fahrzeug 10 getragen werden, bestehen aus einem Paar rechter und linker Bezugsspulen

.../20

158 und 160 sowie einem Paar rechter und linker Abweichungsspulen 162 bzw. 164. Die Ausdrücke rechts und links sind in Fig. 14 so gewählt, als ob der Beobachter hinter den Spulen stehen würde, wobei er aus der Zeichenebene herausschaut, und in Fig. 9, als ob der Beobachter hinter den Spulen stehen würde und in Laufrichtung (links) schaut. Die Bezugsspulen 158 und 160 haben einen Abstand von etwa 20 cm (8"), d.h., sie befinden sich in einer horizontalen Entfernung von etwa 10 cm vom eingebetteten Draht 34. Die Abweichungsspulen 162 und 164 haben einen Abstand von etwa 36 cm (14"), d.h., eine horizontale Entfernung von etwa 18 cm vom eingebetteten Draht 34.

Der Aufbau der Spuleneinheit ist näher in Fig. 15 dargestellt. Die Spulen, beispielsweise die Spule 158, sind alle horizontal auf eine Platine 157 einer gedruckten Schaltung mit ihren Leitungen 159 montiert. Die Spulenleitungen sind in noch zu beschreibender Weise mit der gedruckten Schaltung verbunden. Die den Spulen gegenüberliegende Seite der Platine 157 wird fest gegen eine Montageeinheit aus Platten gepresst, die aus einer Gummiplatte 161 von 3,2 mm (1/8") Stärke, einem 51 mm (2") breiten Streifen 163 aus Mimetall von 0,15 mm (0,006") Stärke und einem 3,2 mm (1/8") dicken Streifen 165 aus kaltgewalztem Stahl besteht. Der Mimetallstreifen 163 sorgt für einen horizontalen Rückschlußweg niedriger Reluktanz für die Feldlinien 156 vom Leitdraht 34. Das ermöglicht es, das Sensorkpaket sehr dünn zu machen. In einer Ausführungsform sind die Sensorspulen HF-Drosselspulen von 50 mH.

Je eine Seite der Spulen ist mit Schaltungserde verbunden, und die anderen Leitungen sind wie folgt kombiniert. Die Spulen 162 (Ausgang "L") und 164 (Ausgang "R") sind so gewickelt, daß sie entgegengesetzte Phase haben und ihre ungeerdeten Leitungen sind so geschaltet, daß ihre Ausgänge

(L, - R) in einem Summationsknotenpunkt 166 addiert werden. Wegen der Phasenbeziehung von 180° wird die resultierende Summe dieser beiden Signale mit L - R bezeichnet. Die Ausgänge L' und R' von den beiden Bezugsspulen 158 bzw. 160 werden in einem Summierknoten 168 addiert, dessen Ausgang in der Zeichnung mit "L' + R'" markiert ist. Dieser Ausgang L' + R' wird dem Eingang eines Operationsverstärkers 170 zugeführt, dem Eingang eines Invertierverstärkers 172 und einem Arm eines Potentiometers 174. Der Ausgang des Invertierverstärkers 172, dessen Ausgang mit "- (L' + R')" bezeichnet ist, wird dem anderen Arm des Potentiometers 174 zugeführt. Der Abgriff des Potentiometers 174 ist mechanisch mit dem am Boden anliegenden Lenkrad 14 verbunden, wie durch die unterbrochene Linie zum Motor M in Fig. 9 angedeutet ist. Damit wird die winkelmäßige Orientierung des am Boden anliegenden Lenkrades 14 in der Position des Abgriffs des Potentiometers 174 widergespiegelt. Das Potentiometer 174 stellt, zusammen mit der mechanischen Verbindung, die in unterbrochenen Linien als mit dem Motor 44 verbunden dargestellt wird, tatsächlich den Sensor 32 dar, der auf den Indikator 28 im Rücken des Fahrzeuggehäuses 12 montiert ist.

Wenn das am Boden anliegende Lenkrad 14 so weit wie möglich nach rechts gedreht wird, wird der Abgriff des Potentiometers 174 in die Position bewegt, in der er das Signal - (L + R) erhält. Wenn das am Boden anliegende Lenkrad so weit wie möglich nach links gedreht wird, befindet sich der Abgriff des Potentiometers 174 am entgegengesetzten Ende, so daß er das Signal (L + R) erhält. Der Signalausgang vom Abgriff wird mit FB bezeichnet, weil es sich um ein negatives Rückkopplungssignal handelt, und dieses Signal FB wird im Summationsknoten 166 subtrahiert. Der Ausgang des Summationsknotens ist also L - R - FB. Dieses Signal wird dem Eingang eines Operationsverstärkers 176 zugeführt.

Das Verstärkersignal L - R - FB vom Ausgang des Verstärkers 176 wird über einen variablen Schleifengewinnwiderstand 178 einem Eingang eines Synchrondetektors 180 zugeführt. Das verstärkte Signal L' + R' vom Ausgang des Verstärkers 170 wird über ein 6,3-kHz-Filter 182 einem anderen Eingang des Synchrondetektors 180 zugeführt. Der Synchrondetektor detektiert Signale, die dem Bezugssignal kohärent sind, d.h., wenn das Bezugssignal weniger als 180° phasenmäßig gegen das Abweichungssignal verschoben ist, integriert der Synchrondetektor das Abweichungssignal L - R - FB. Wenn das Bezugssignal um mehr als 180° phasenmäßig gegen das Abweichungssignal versetzt ist, invertiert der Synchrondetektor das Abweichungssignal L - R - FB und integriert es. Auf diese Weise werden wilde Störsignale ausgemittelt. Der Ausgang vom Synchrondetektor 180 ist ein Gleichstromsignal, dessen Größe die Positionsabweichung des Fahrzeuges 10 repräsentiert und dessen Polarität anzeigt, auf welcher Seite des Drahtes sich das Fahrzeug 10 befindet. Dieser Ausgang wird durch ein 5-Hz-Tiefpassfilter 184 geführt, um irgendwelche hochfrequenten Impulse auszufiltern, und der Ausgang des Filters 184 wird einem 0,1 - 1,2-Hz-Voreilfilter zugeführt, das eine Phasenvoreilung von etwa 60° einführt, um Schwingungen in der Rückkopplungsschleife zu verhindern. Der Ausgang vom Voreilfilter 186 wird einem Anschluß eines elektronischen einpoligen Umschalters 88 zugeführt.

Der andere Anschluß des Schalters 188 ist mit dem Servolenkungstachometer 46 verbunden. Der Ausgang des Voreilfilters 188 wird ferner einer Vorbereitungs-Logikschaltung 190 zugeführt. Ein weiterer Eingang der Vorbereitungs-Logikschaltung 190 kommt vom Ausgang eines Signalamplitudendetektors 192, dessen Eingang vom 6,3-kHz-Filter 182 geliefert wird.

.../23

Der Zweck der Vorbereitungs-Logikschaltung 190 besteht darin, zu bestimmen, wann das Leitsystem den eingebetteten Draht 34 "aufgenommen" hat. Der Ausgang des Signalamplitudendetektors 192 repräsentiert ein Schwellwertsignal, das einfach eine verstärkte Version des Bezugssignals $L' + R'$ ist. Dieses Schwellwertsignal, zusammen mit dem Signal vom Voreilfilter 186, erlaubt es der Vorbereitungs-Logikschaltung 190 festzustellen, ob das Signal stark genug ist, um die Schaltung zu leiten, und von den Vorzeichen der Neigung und der Polarität des Abweichungssignals zu bestimmen, ob das Fahrzeug 10 den Draht gekreuzt hat und von diesem wegfährt oder sich dem Draht sehr stark genähert hat und von ihm wegfährt.

In Fig. 10 ist der Spannungsverlauf des Bezugssignals $L' + R'$ und des Abweichungssignals $L - R$ mit Bezug auf den eingebetteten Draht 34 dargestellt. Wie sich leicht aus der Zeichnung ergibt, hat das Bezugssignal eine leichte Einsenkung der Amplitude, wenn das Fahrzeug 10 über dem eingebetteten Draht 34 zentriert ist. Das Abweichungssignal kreuzt den Nullwert, wenn das Fahrzeug 10 über dem Draht 34 zentriert ist. Wenn das Abweichungssignal und das Bezugssignal auf der gleichen Seite der Abszisse liegen, sind sie in Phase, und wenn das Abweichungssignal sich auf der entgegengesetzten Seite der Abszisse befindet, sind das Abweichungssignal und das Bezugssignal außer Phase. An dem Punkt, an dem das Fahrzeug 10 den Draht kreuzt, ändert sich die Polarität des Ausgangs des Synchrondetektors von einer Polarität zur anderen, und die Neigung des Abweichungssignals nähert sich Null. Dieser Zustand triggert die Vorbereitungs-Logikschaltung 190, so daß diese den elektronischen Schalter 188 aktiviert, so daß dieser den Ausgang des Voreilfilters 186 mit dem Plus-Eingang eines Summationsknotens 194 verbindet. Bis dieser Zustand erreicht ist, verbindet die Vorbereitungs-Logikschaltung 190 das Servolenkungstachometer

mit dem Plus-Eingang des Summationsknotens 194. Der Manuell-Auto-Schalter 146 ist ebenfalls mit der Vorbereitungs-Logikschaltung 190 verbunden, so daß der Bearbeiter in der Lage ist, manuell dafür zu sorgen, daß der Schalter 188 das Servolenkungstachometer 46 mit dem Summationsknoten 194 verbindet, wenn sich das Handrad 74 in seiner Zwischenposition befindet. Die Vorbereitungs-Logikschaltung 190 läßt auch das "Auto"-Licht 136 aufleuchten, wenn der Schalter 198 sich in der Position befindet, in der das Voreilfilter 186 mit dem Summationsknoten 194 verbunden ist.

Der Ausgang des Summationsknotens 194 führt zu einer impulsbreitenmodulierten Servotreiberschaltung 196. Der Ausgang des Treibers 196 ist eine Reihe von Impulsen, deren Breite proportional der Größe des Abweichungssignals ist und deren Polarität der Polarität des Ausgangssignals vom Synchrondetektor 180 entspricht, so daß die Polarität davon abhängt, auf welcher Seite des eingebetteten Drahtes 34 das Fahrzeug 10 steht. Eine Ausgangsleitung vom Treiber 196 führt direkt zum Motor 44. Die andere Ausgangsleitung führt über einen niedrigen Widerstand 198 zum Motor 44. Ein elektronischer Tachometer 200 hat drei Eingänge, die mit dem Ausgang des Treibers 196 und dem Motor 44 verbunden sind, so daß es in der Lage ist, sowohl den Spannungsabfall über dem Motor 44 als auch den Spannungsabfall über dem Widerstand 198 festzustellen. Der Motor 44 arbeitet im Effekt wie ein Generator. Wenn bekannt ist, wieviel des Spannungsabfalls über dem Motor auf Widerstandsverluste im Anker zurückzuführen ist, ist es möglich, durch Feststellung des Stroms durch den Motor, der durch den Spannungsabfall über dem Widerstand 198 repräsentiert wird, die wahre Rück-EMK zu berechnen, die vom Motor 44 erzeugt wird. Diese Information wird im elektronischen Tachometer in analoger Weise

berechnet, um ein Rückkopplungssignal zu erzeugen, das am Knoten 194 subtrahiert wird. Dieses negative Rückkopplungssignal ergibt eine Dämpfung, um den Motor an Schwingungen durch überschießende Bewegungen zu hindern, die sonst aufgrund der negativen Haupt-Rückkopplungsschleife durch das Potentiometer 174 auftreten könnten.

Die Schaltung nach Fig. 9 soll nun anhand von Fig. 11 und 12 näher erläutert werden. Die in Fig. 9 dargestellten Baugruppen sind in unterbrochenen Linien eingeschlossen und werden im allgemeinen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Das Bezugssignal $L' + R'$ wird dem Eingang des Verstärkers 170 zugeführt. Der Differentialverstärker 170 ist als Bandpassfilterschaltung geschaltet, entsprechend dem 6,3-kHz-Filter in Fig. 9. Der Ausgang des Verstärkers 170 wird einem Eingang eines zweiten Differentialverstärkers 180 zugeführt, der als Synchrondetektor geschaltet ist. Der Ausgang des Synchrondetektors 180 wird einem 5-Hz-Tiefpassfilter 184 zugeführt, das aus einem Kondensator besteht, der zwischen den Ausgang des Synchrondetektors 180 und Schaltungserde geschaltet ist, und einem Widerstand, der zwischen den Ausgang des Synchrondetektors 180 und Signalerde geschaltet ist. Es ist zu erwähnen, daß einige der Baugruppen der zu beschreibenden Schaltung mit Schaltungserde verbunden sind, andere aber mit Signalerde. Der Grund dafür besteht darin, daß, wie im unteren Teil der Fig. 11 zu beobachten ist, die allgemein mit 202 bezeichnete Stromversorgung einen Ausgang von + 12 V gegen Schaltungserde und einen Ausgang von + 7 V hat, der mit Signalerde verbunden ist.

Der Ausgang des Tiefpassfilters 184 wird einem Eingang eines Differentialverstärkers 204 zugeführt, dessen anderer Eingang den Ausgang des Voreilfilters 186 erhält, der aus einer

.../26

Parallel-RC-Schaltung besteht, die in Rückkopplungsschaltung mit dem Verstärker 204 verbunden ist.

Der Ausgang der Differentialverstärkerschaltung 170 wird auch dem Signalamplitudendetektor 192 zugeführt, der aus einem Eingangswiderstand 206 besteht, der mit der Kathode einer Diode 208 verbunden ist, deren Anode mit dem Eingang eines Differentialverstärkers 210 verbunden ist. Der andere Eingang des Verstärkers 210 ist über einen Widerstand 212 mit Schaltungserde verbunden und über einen Kondensator 214 mit der Anode der Diode 208. Eine Vorspannung von + 12 V wird über einen Widerstand 216 an die Anode der Diode 208 geliefert. Das Ausgangssignal vom Verstärker 210 kann als das Schwellwertsignal bezeichnet werden und wird über eine Leitung 220 zur Vorbereitungs-Logikschaltung 190 geliefert. Der "MAN."-Anschluß des einpoligen Umschalters 146 ist mit der Leitung 220 verbunden. Der Kontaktarm des Schalters 146 ist mit Schaltungserde verbunden. Wenn also der Schalter 146 in der Position "MAN" ist, ist die Leitung 220 geerdet und es wird kein Schwellwertsignal an die Vorbereitungs-Logikschaltung 192 geliefert, geradeso, als ob kein Schwellwertsignal erzeugt worden ist. Diese beiden Zustände werden für die Zwecke der folgenden Diskussion als logisch unten bezeichnet.

Die Leitung 220 ist mit dem Eingang eines Inverters 222 verbunden, dessen Ausgang einem Eingang eines NOR-Gatters 224 zugeführt wird. Der Ausgang des NOR-Gatters wird einem Eingang eines zweiten NOR-Gatters 226 und dem Steuereingang eines CMOS-Schalters 228 zugeführt und dem Eingang eines Inverters/ ²³⁰ Der andere Eingang des NOR-Gatters 224 ist der Ausgang des NOR-Gatters 226. Der Ausgang des Inverters 230 wird über einen Widerstand 232 der Basis eines NPN-Transistors 234 zugeführt. Der Emitter des Transistors 234 ist mit

.../27

709823/0263

Kreiserde verbunden. Die LED 138 ist in Reihe zwischen die + 24 V-Versorgung und den Kollektor des Transistors 234 geschaltet.

Der Ausgang des Inverters 230 ist auch mit dem Steuereingang eines zweiten CMOS-Schalters 236 verbunden, dessen Eingang mit dem Ausgang des Servolenkungstachometers 46 beliefert wird. Die Ausgänge der CMOS-Schalter 228 und 236 werden kombiniert und einem Eingang eines Differentialverstärkers 238 zugeführt.

Der andere Eingang des NOR-Gatters 226 wird vom Ausgang eines "Ausschließlich ODER"-Gatters 240 geliefert. Wie noch näher erläutert wird, ist der Ausgang des ODER-Gatters 240 ein Signal, das repräsentiert, ob die Vorzeichen von Neigung und Polarität des Abweichungssignals nach Synchrondetektion gleich sind, um die Logik "vorzubereiten", d.h., das Leitsystem zu veranlassen, den eingebetteten Draht 34 aufzunehmen.

Wenn, wie oben gesagt, der Schalter 146 sich im manuellen Betrieb befindet, oder wenn kein Schwellwertsignal auf der Leitung 220 steht, wird logisch hoch auf den entsprechenden Eingang des NOR-Gatters 224 gegeben. Wenn dies geschieht, wirken die NOR-Gatter 224 und 226 als ein Flip-Flop, bei dem der hohe Eingang vom Inverter 222 zum NOR-Gatter 224 ein übersteuerndes Rückstellsignal ist. Das Resultat ist, daß der Ausgang des NOR-Gatters 224 logisch niedrig ist und der Ausgang des NOR-Gatters 226 logisch hoch, unabhängig vom Ausgang des "Ausschließlich ODER"-Gatters 240. Der logische Niedrigwert am Ausgang des NOR-Gatters 224 sorgt dafür, daß der Transistor 234 leitend wird und die LED 138 erregt. Dieser gleiche logische Niedrigwert sorgt auch dafür, daß der CMOS-Schalter 228 öffnet und, wegen des

Inverters 230, der CMOS-Schalter 236 geschlossen wird.

Wenn der CMOS-Schalter 228 offen und der CMOS-Schalter 236 geschlossen ist, wird der Ausgang vom Servolenkungstachometer 46 dem Eingang des Differentialverstärkers 238 zugeführt. Der Ausgang des Verstärkers 238 kann als Geschwindigkeitsbefehl aufgefaßt werden, oder im Effekt das Lenksteuer-signal für den Motor. Die Polarität des Signals bestimmt, in welche Richtung die Motorsteuerung dreht.

Wenn der Schalter 146 in die Position "Auto" geschaltet wird, wie in Fig. 11 dargestellt, und ein Schwellwertsignal auf Leitung 220 erscheint, ist der Ausgang des Inverters 222 logisch niedrig. Angenommen, daß der Ausgang vom "Ausschließlich ODER"-Gatter 240 ebenfalls logisch niedrig ist, wodurch angezeigt wird, daß die Neigung nicht gleich dem Zeichen der Polarität des synchrodetektierten Abweichungssignals ist, und der Ausgang des NOR-Gatters 224 weiterhin logisch niedrig ist, dann ist der Ausgang des NOR-Gatters 226 logisch hoch. An diesem Punkt, selbst wenn der Schalter 146 auf "Auto" geschaltet ist, arbeitet das Fahrzeug 10 weiter im Servolenkungsbetrieb, bis die Vorzeichen von Neigung und Polarität des modifizierten Abweichungssignals gleich sind. Wenn dies geschieht, ist der Ausgang des "Ausschließlich ODER"-Gatters 240 logisch hoch, wodurch dafür gesorgt wird, daß der Ausgang des NOR-Gatters 226 logisch niedrig ist. Mit diesen beiden logischen Niedrigwerten am Eingang ändert das NOR-Gatter 224 seinen Ausgang in logisch hoch und verriegelt den Flip-Flop.

Logisch hoch am Ausgang des NOR-Gatters 224 sorgt dafür, daß der CMOS-Schalter 228 leitend wird und der CMOS-Schalter 236 nicht-leitend wird. Die vom Ausgang des Inverters 230 belieferte LED 138 wird ebenfalls ausgelöscht. Das Eingangssignal zum Verstärker 238 wird also der Leitsteuereingang, der von den Sensorspulen abgeleitet wird,

709823/0263

.../29

COPY

und das Fahrzeug 10 wird automatisch gelenkt.

Um die Polarität und Neigung des Abweichungssignals zu bestimmen, wird der Ausgang des Verstärkers 204 einem Eingang eines Verstärkers 242 zugeführt, dessen anderer Eingang mit Chassiserde verbunden ist, und dessen Ausgang einem Eingang des "Ausschließlich ODER"-Gatters 240 zugeführt wird. Der Ausgang vom Verstärker 204 wird auch einem Eingang eines Differentialverstärkers 244 zugeführt, und über einen Widerstand 246 zum anderen Eingang des Differentialverstärkers 244. Dieser andere Eingang ist ebenfalls über einen Kondensator 248 mit Kreiserde verbunden. Der Ausgang des Verstärkers 244 wird dem anderen Eingang des "Ausschließlich ODER"-Gatters 240 zugeführt. Der Ausgang des Verstärkers 242 repräsentiert die Polarität des Ausgangs des Verstärkers 204, und der Ausgang des Verstärkers 244 repräsentiert die Neigung des gleichen Signals. Wenn das Fahrzeug 10 ausreichend nahe an den eingebetteten Draht 34 gekommen ist, so daß das Schwellwertsignal am Ausgang des Verstärkers 210 entsteht, dann bestimmen die beiden Verstärker 242 und 244, zusammen mit dem "Ausschließlich ODER"-Gatter 240, ob das Vorzeichen der Neigung des Abweichungssignals gleich ist dem Vorzeichen seiner Polarität, wodurch angezeigt wird, daß das Fahrzeug 10 sich vom Draht entfernt. Wenn das geschieht, ist der Ausgang des "Ausschließlich ODER"-Gatters 240 logisch hoch.

Es ist zu erwähnen, daß der Leit-Flip-Flop, der aus den NOR-Gattern 224 und 226 besteht, effektiv ein verriegelnder oder einklinkender Flip-Flop ist. Sobald der Flip-Flop 224 einmal in den Auto-Betrieb gegangen ist, wird er nur aufgrund einer Änderung des Zustandes des Signals zurückgestellt, das vom Ausgang des Inverters 222 angelegt wird, wodurch angezeigt wird, daß entweder der Schalter 146 in die Stellung "Manuell" gebracht ist oder daß das Schwellwertsignal verlorengegangen ist. Vorausgesetzt, daß das

Schwellwertsignal vorhanden ist und der Schalter 146 sich in der Position "Auto" befindet, beeinflussen keine Änderungen im Ausgang des "Ausschließlich ODER"-Gatters 240 den Zustand des Flip-Flop.

Um dem Bearbeiter anzuzeigen, daß der Leit-Flip-Flop den Zustand geändert hat, beispielsweise wenn das Schwellwertsignal irgendwie verlorengegangen ist, wird der Ausgang des NOR-Gatters 224 über eine Reihen-RC-Schaltung 246 einem Eingang eines Niedrig-Wahr-NAND-Gatters 248 zugeführt. Dieser gleiche Eingang des NAND-Gatters 248 erhält auch entsprechende Vorspannung von + 12 V. Der andere Eingang des NAND-Gatters wird direkt mit dem Auto-Anschluß des Schalters 146 und über einen Widerstand 250 mit der LED 136 verbunden. Der Ausgang des NAND-Gatters 248 wird der Basis eines NPN-Transistors 252 zugeführt, dessen Emitter mit Kreiserde und dessen Kollektor in Reihe mit einem Alarm 254 an eine Quelle von + 24 V geschaltet ist.

Im Betrieb ist der Eingang des NAND-Gatters 248, der vom Schalter 146 geliefert wird, logisch niedrig. Wenn der Ausgang des NOR-Gatters 224 ebenfalls logisch niedrig wird, wodurch angezeigt wird, daß der Leit-Flip-Flop sich irgendwie selbst zurückgestellt hat, dann wird der Ausgang des NAND-Gatters 248 logisch hoch, so daß der Alarm 254 über Transistor 252 getriggert wird. Ein Verstärker 256, von dem eine Leitung über eine Diode 258 zur Quelle von + 12 V verbunden ist, und dessen Ausgang über einen Widerstand 260 mit der Basis des Transistors 252 verbunden ist, aktiviert den Alarm 254, wenn Speisespannung ausfällt.

.../31

Wie speziell aus Fig. 12 ersichtlich ist, wird das Geschwindigkeitsbefehlsausgangssignal vom Verstärker 238 einem Eingang eines Komparators 262 und dem entsprechenden Eingang eines zweiten Komparators 264 zugeführt. Der Ausgang des Verstärkers 262 wird einem Eingang eines "Ausschließlich ODER"-Gatters 266 zugeführt, dem Eingang eines Inverters 268 und über eine Parallelschaltung 270 von Diode und Widerstand einem Eingang eines Verstärkers 272. Der gleiche Eingang des Verstärkers 272 ist über einen Kondensator 274 mit Kreiserde verbunden. Der Ausgang des Inverters 268 ist über eine ähnliche Parallelschaltung 276 aus Diode und Widerstand einem Eingang eines Verstärkers 278 zugeführt. Dieser gleiche Eingang des Verstärkers ist über einen Kondensator 280 mit Schaltungserde verbunden. Die anderen Eingänge der Verstärker 272 und 278 sind mit einer Quelle für + 12 V verbunden.

Der Ausgang des Verstärkers 278 ist mit der Basis eines NPN-Transistors 282 verbunden, dessen Kollektor über einen Widerstand 284 mit dem Kollektor eines PNP-Transistors 286 verbunden ist. Der Emitter des Transistors 286 ist direkt mit der Plus-24-Volt-Quelle für den Motor verbunden. Die Basis des Transistors 286 ist in Vorwärtsrichtung über einen entsprechenden Widerstand von der Plus-24-Volt-Quelle vorgespannt.

Der Ausgang des Verstärkers 272 ist mit der Basis eines NPN-Transistors 288 verbunden, dessen Kollektor über einen Widerstand 290 mit dem Kollektor eines PNP-Transistors 292 verbunden ist. Der Emitter des Transistors 292 ist direkt mit der Plus-24-Volt-Motorquelle verbunden und seine Basis ist mit einem entsprechenden Widerstand von der Plus-24-Volt-Quelle in Vorwärtsrichtung vorgespannt. Die Basen der

.../32

Transistoren 286 und 292 sind ebenfalls mit dem Kollektor eines NPN-Transistors 294 verbunden, dessen Emitter mit Schaltungserde verbunden ist.

Um die Richtung der Stromversorgung für den Motor zu steuern, ist der Kollektor des Transistors 286 mit der Basis eines PNP-Transistors 296 verbunden, dessen Emitter mit der Plus-24-Volt-Motorquelle verbunden ist. Der Kollektor des Transistors 296 ist mit einem Knotenpunkt 298 und mit dem Kollektor eines NPN-Transistors 300 verbunden. Die Basis und der Emitter des Transistors 300 sind mit dem Kollektor des Transistors 288 bzw. einem Knotenpunkt 302 verbunden. Der Emitter des Transistors 282 ist mit der Basis eines NPN-Transistors 304 verbunden, dessen Emitter mit dem Punkt 302 verbunden ist und dessen Kollektor mit einem Knotenpunkt 306.

Der Kollektor des Transistors 292 ist mit der Basis eines PNP-Transistors 308 verbunden, dessen Emitter mit der Plus-24-Volt-Batteriequelle für den Motor verbunden ist. Der Kollektor des Transistors 308 ist mit dem Knotenpunkt 306 verbunden. Der Punkt 302 ist in Reihe mit einem Draht 310 von sehr geringem Widerstand mit dem Minus-Anschluß der Motorbatterie verbunden. Der Motor 44 ist an eine Seite des Knotenpunktes 298 angeschlossen und über den Widerstand 198 an den Knotenpunkt 306.

Der Ausgang des "Ausschließlich ODER"-Gatters 266 wird einem Eingang eines NOR-Gatters 314 zugeführt. Der Ausgang des NOR-Gatters 314 wird einer Kombination von Invertern und Operationsverstärkern zugeführt, die allgemein mit 316 bezeichnet ist und die das NOR-Gatter 314 in einen Monoflop von 200 Mikrosekunden umwandelt. Der Ausgang des NOR-Gatters 314, der effektiv der Ausgang des monostabilen

.../33

709823/0263

Multivibrators ist, wird über einen Inverter 318 mit der Basis des NPN-Transistors 294 verbunden.

Wenn irgendwelche Eingänge für das NOR-Gatter 314 logisch hoch sind, ist der Ausgang logisch niedrig, und der Transistor 294 leitet, um die Transistoren 286 und 292 in Vorwärtsrichtung vorzuspannen. Wenn die Transistoren 286 und 292 in Vorwärtsrichtung vorgespannt sind, d.h., leitend sind, schließen sie Basis und Emitter der Transistoren 296 bzw. 308 kurz, so daß diese nicht leitend werden, so daß der Motor nicht läuft. Solange alle Eingänge des NOR-Gatters 314 logisch niedrig sind, ist sein Ausgang logisch hoch und die Transistoren 286 und 292 sind nicht leitend.

Wird angenommen, daß der Ausgang des Verstärkers 262 logisch hoch ist, sorgt der Ausgang des Verstärkers 272 dafür, daß der Transistor 288 leitend wird, so daß der PNP-Transistor 308 und der NPN-Transistor 300 leitend werden, indem ihre Basen über den Widerstand 290, der einen Wert von beispielsweise 600 Ohm haben kann, zusammengeschaltet werden. Ersichtlich sorgt das dafür, daß ein Stromweg von der 24-Volt-Batteriequelle über Transistor 308, Widerstand 198, Motor 44, Transistor 300 und Widerstand 310 zum Minuspol der Batterie geschlossen wird. Auf diese Weise läuft der Motor in einer vorbestimmten Richtung, die durch den Weg des Stromflusses bestimmt ist. Wenn in ähnlicher Weise der Ausgang des Verstärkers 262 das Äquivalent eines niedrigen Logikwertes ist, werden diese gleichen Transistoren ausgeschaltet und, durch den Inverter 268 und den Verstärker 278, werden die Transistoren 282, 304 und 296 leitend, so daß Strom zum Motor 44 geschickt wird, wenn auch in der entgegengesetzten Richtung, so daß der Motor sich in der entgegengesetzten Richtung dreht. Die Polarität des Ausgangs des Verstärkers 262 bestimmt also die Richtung, in der der Motor läuft. Wie

.../34

709823/0263

noch näher erläutert wird, hängt die Polarität des Ausgangssignals vom Verstärker 262 von der Polarität des Geschwindigkeitsbefehlssignals vom Verstärker 238 sowie dem Ausgang des elektronischen Tachometers 200 ab.

Wie oben in Verbindung mit Fig. 9 erläutert worden ist, ist das elektronische Tachometer 200 parallel zum Motor und über den Widerstand 198 geschaltet. Wie in Fig. 12 dargestellt ist, werden diese Verbindungen durch Leitungen 312, 320 und 322 hergestellt, die mit den Punkten 298, dem Verbindungspunkt von Motor und Widerstand 198, bzw. Punkt 306 verbunden sind. Diese Leitungen 312, 320 und 322 sind die drei Eingänge des elektronischen Tachometers 200, das aus einem Differentialverstärker 324 besteht, dessen Eingänge von den Leitungen geliefert werden, die mit dem Motor verbunden sind, und dessen Ausgang mit den Eingängen der Verstärker 262 und 264 verbunden sind, die sich von den Eingängen unterscheiden, die mit dem Ausgang des Verstärkers 238 verbunden sind. Wie oben erwähnt, werden die Ausgänge der Verstärker 262 und 264 an die Eingänge eines "Ausschließlich ODER"-Gatters 266 geliefert. Das "Ausschließlich ODER"-Gatter wirkt als kontrollierter Inverter, dessen Ausgang niedrig ist, wenn immer die absolute ^{Größe} Größe des Geschwindigkeitsbefehlssignals die absolute/Größe des Tachometerausgangssignals übersteigt, vorausgesetzt, daß diese beiden Signale die gleiche Polarität haben. Wenn die beiden Signale entgegengesetzte Polarität haben, dann ist der Ausgang des ODER-Gatters 266 niedrig. Für jeden anderen Zustand ist der Ausgang des ODER-Gatters 266 logisch hoch, so daß der Motor 44 abgeschaltet wird. Die Minimalzeit, während der der Motor 44 ausgeschaltet ist, beträgt etwa 200 Mikrosekunden, was durch die Schaltungswerte in der Multivibratorschaltung 316 festgelegt ist. Die Dauer, während der der Motor 44 eingeschaltet ist, wird durch die Länge der Zeit bestimmt, die das Ausgangssignal vom elektronischen Tachometer 200 erfordert, um

sich an das Geschwindigkeitsbefehlssignal vom Verstärker 238 anzupassen. Um sich gegen die Möglichkeit zu schützen, daß ein Paar von in Reihe geschalteten Leistungstransistoren, wie die Transistoren 296 und 300 oder 308 und 304, gleichzeitig leitend sein könnten, gewährleisten die Parallelschaltungen 276 und 270 aus Widerstand und Diode zusammen mit den zugehörigen Kondensatoren 280 und 274, daß, wenn eine Änderung in der Polarität des Geschwindigkeitsbefehlssignals eintritt, alle diese Leistungstransistoren abgeschaltet werden, ehe irgendein anderer Satz eingeschaltet wird.

Die beiden Eingänge eines Differentialverstärkers 326 sind parallel mit dem Widerstand 310 verbunden, so daß dieser als Drehmomentbegrenzungssensor wirkt, um den Motor abzuschalten, falls aufgrund irgendeiner körperlichen Bindung des Leitradmechanismus der Motor gezwungen wird, einen zu starken Strom zu ziehen, der den Motor beschädigen würde. Wenn die Spannung über dem Widerstand 310 sich über einen bestimmten Wert erhöht, erreicht der Ausgang des Verstärkers 326 einen Wert, der einem logischen Hochwert entspricht, der einem Eingang des NOR-Gatters 314 zugeführt wird. Dieser logische Hochwert sorgt dafür, daß der Motor aberregt wird. In ähnlicher Weise wird ein Stromausfallssignal vom Ausgang des Verstärkers 256 einem Eingang des NOR-Gatters 314 zugeführt, um den Motor abzuschalten, wenn die Stromversorgung für die Leitschaltung ausfällt.

38
Leerseite

Fig. 1-15

- 45 -

2649595

FIG. 1

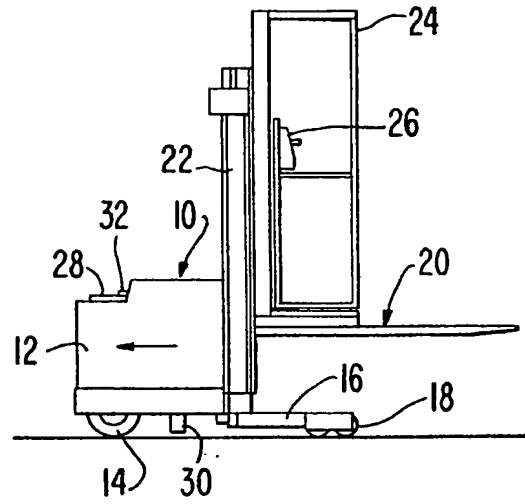
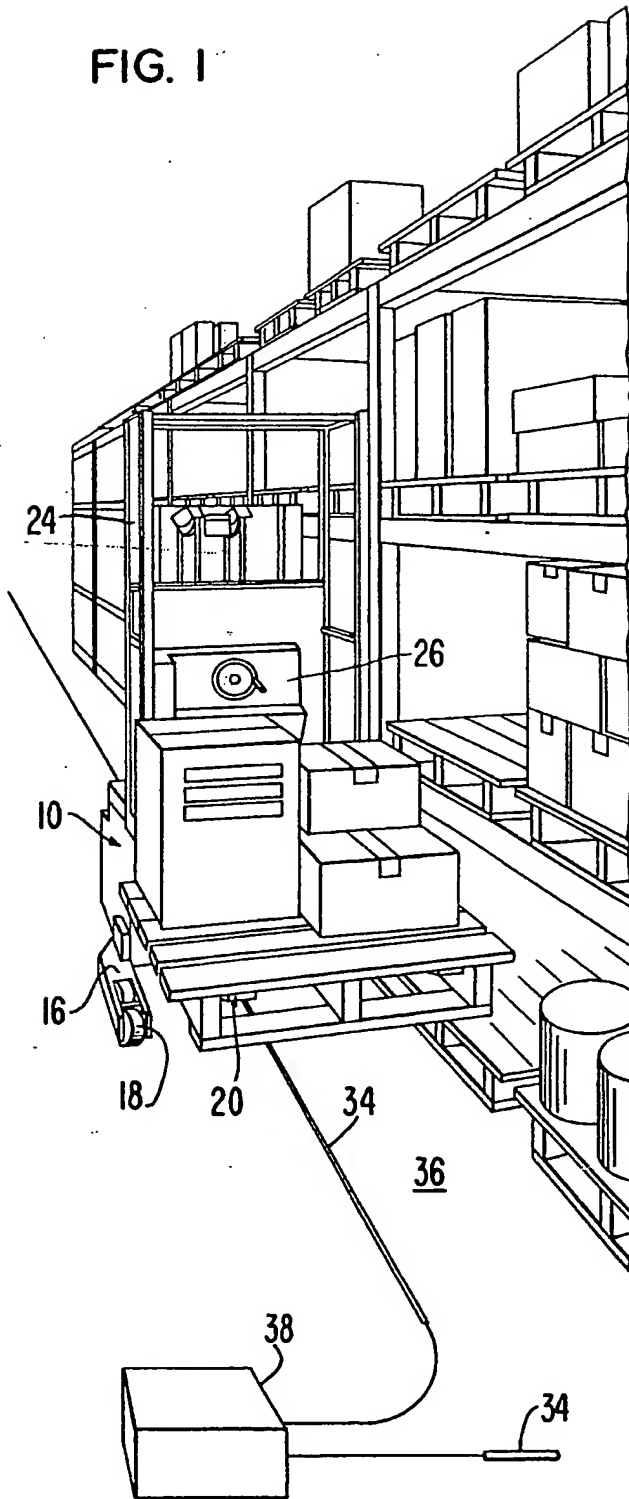


FIG. 2

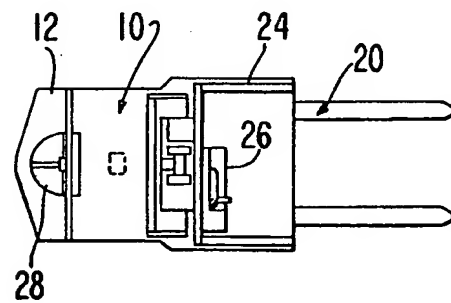


FIG. 3

709823/0263

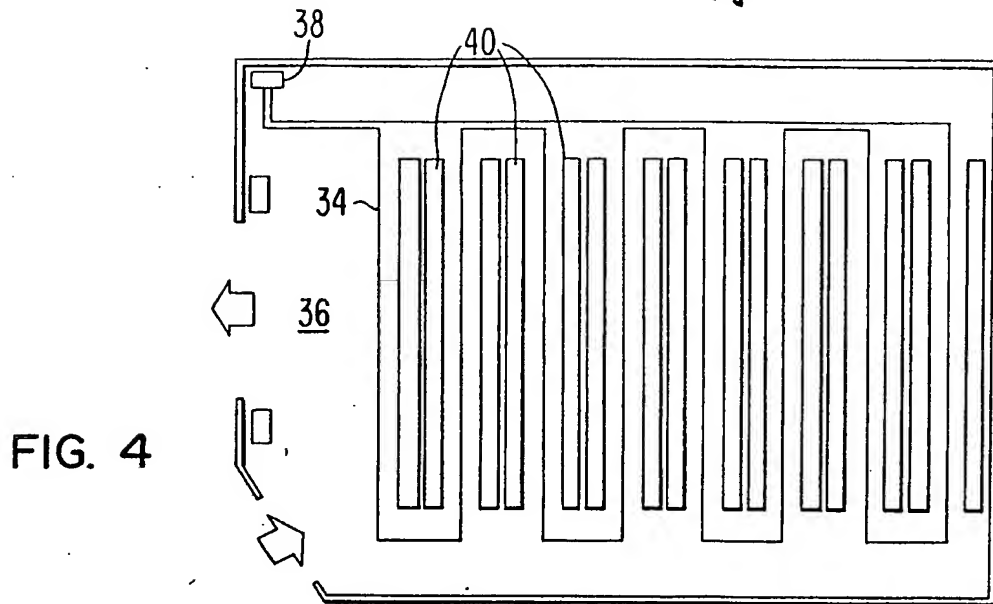


FIG. 5

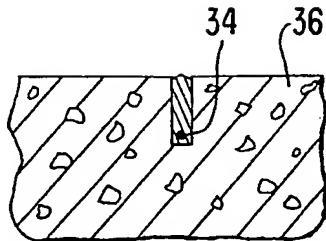


FIG. 6

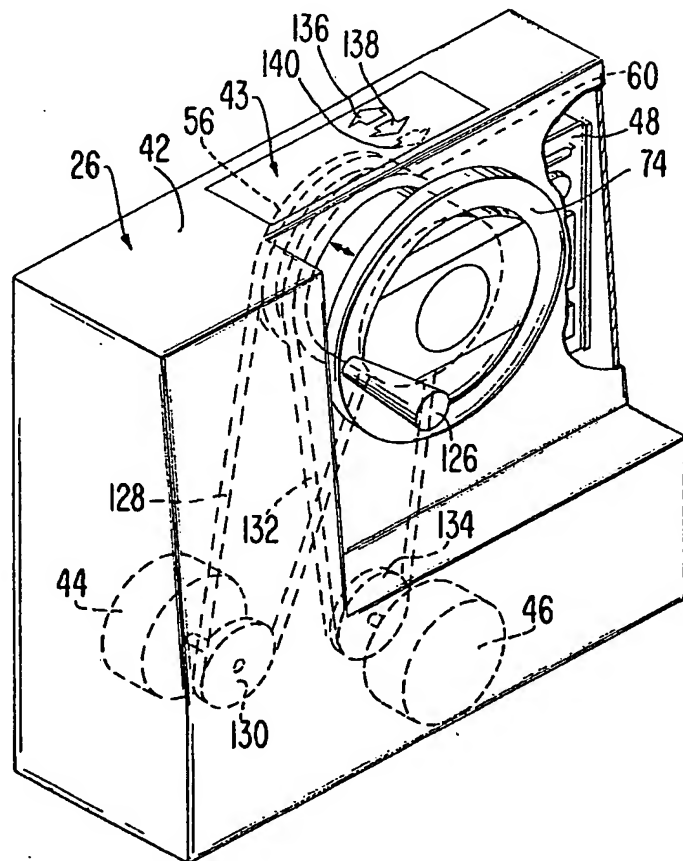


FIG. 7

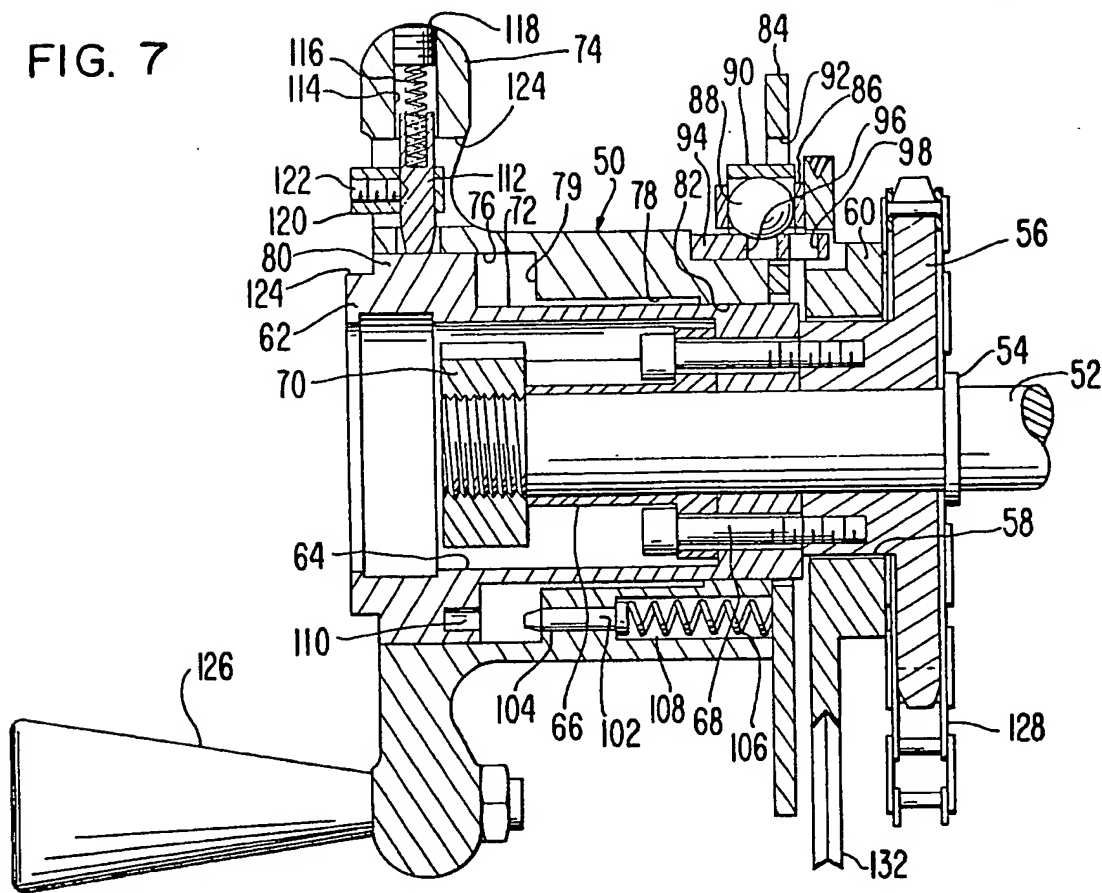
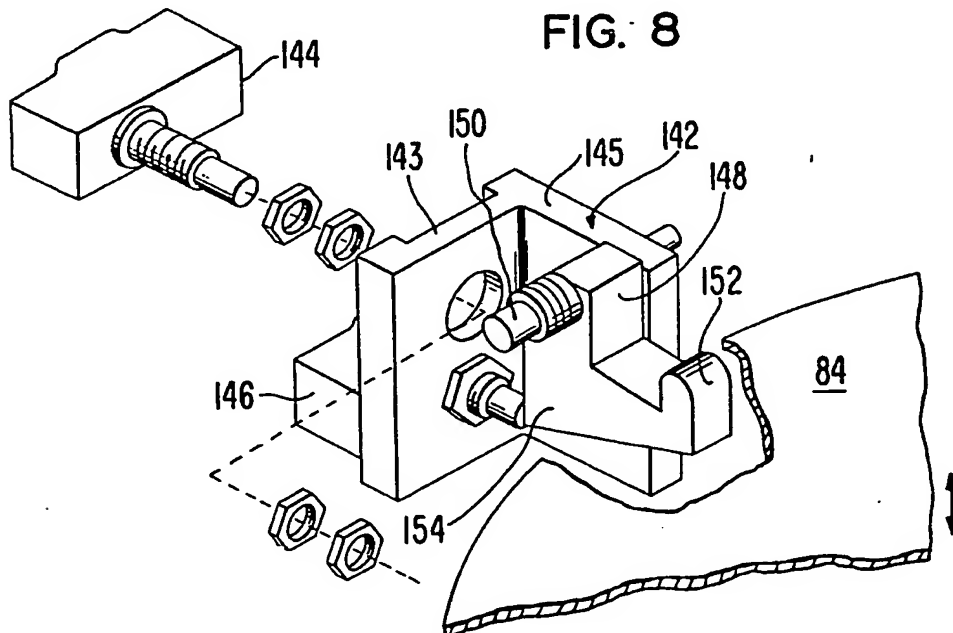
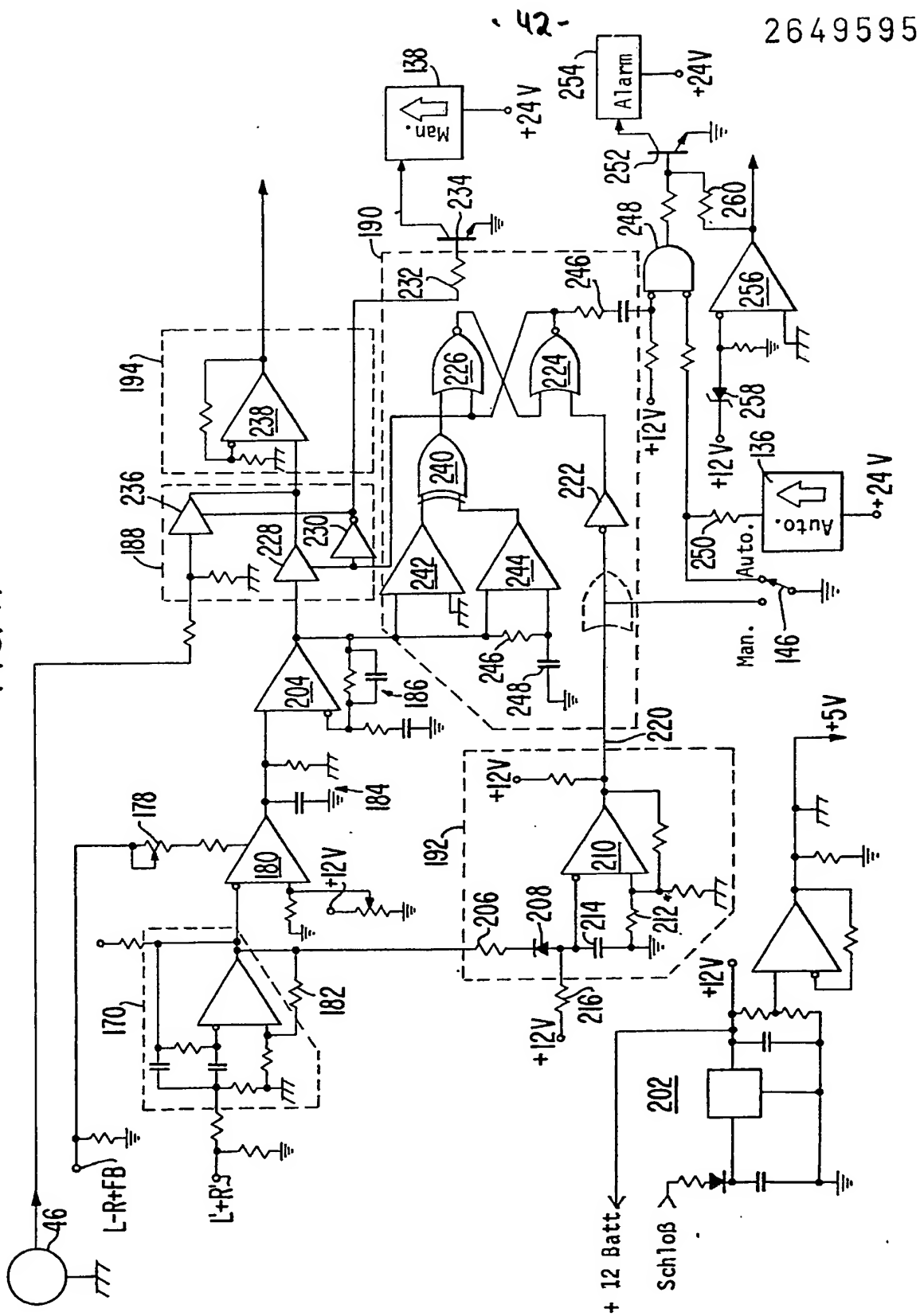


FIG. 8



Servolenkungs-Tacho.

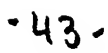
FIG. 11



709823/0263

2649595

+24 V. Mot.:



2649595

FIG. 13

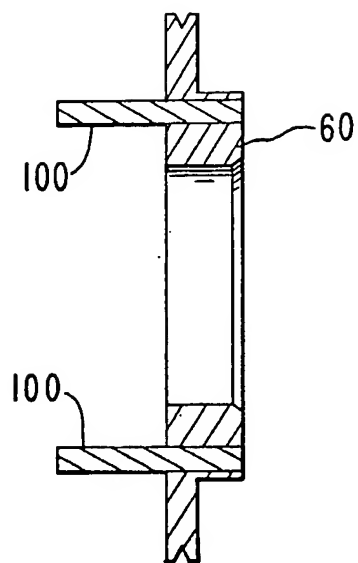


FIG. 14

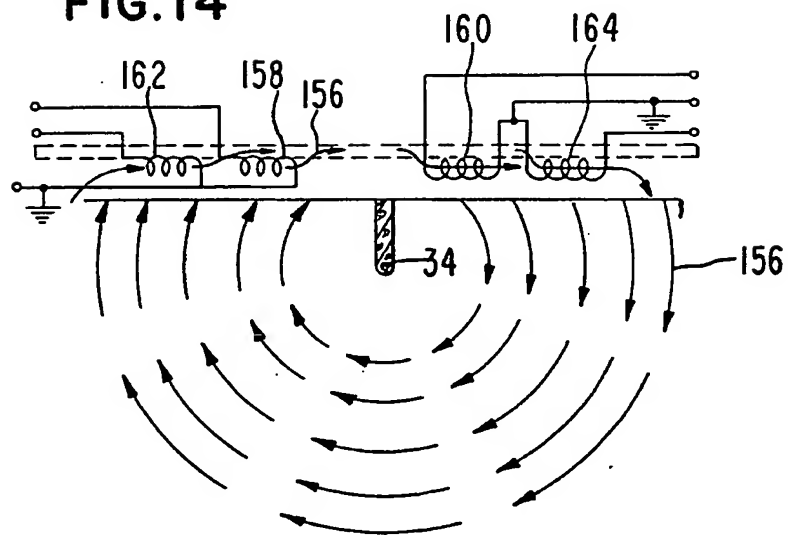


FIG. 15

